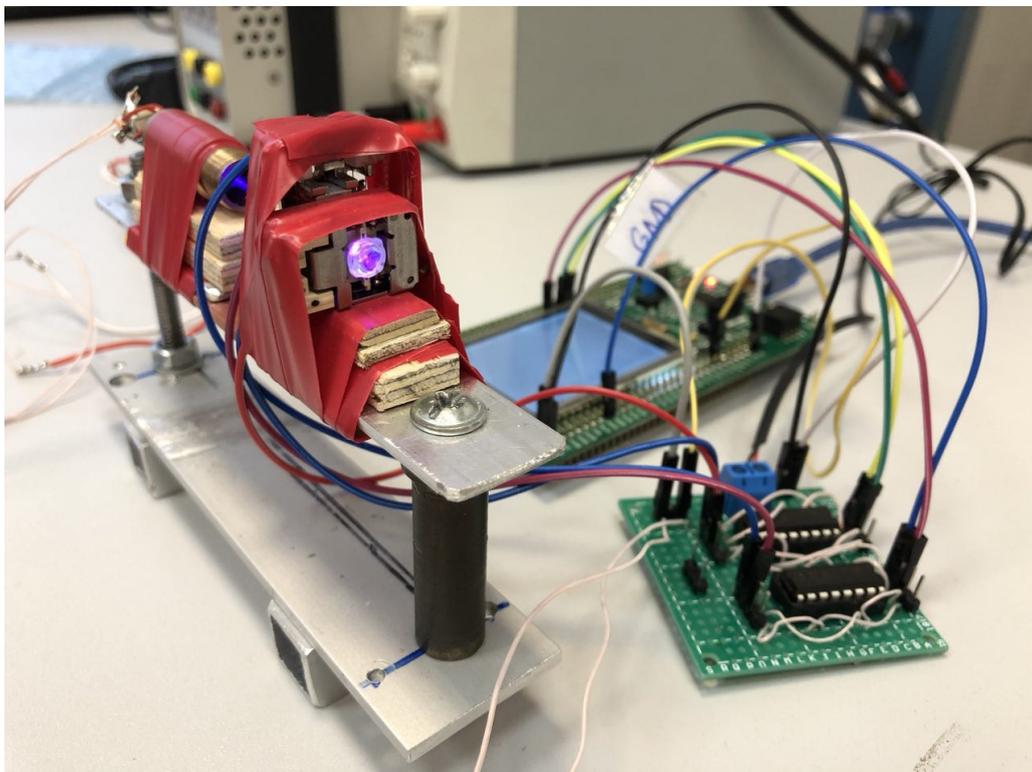


МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физический факультет

КУРСОВАЯ РАБОТА

Система наведения лазерного пучка



**Выполнила:** Студентка 2 курса  
Соколова Александра Антоновна

**Научный руководитель:**  
Дуликов Сергей Юрьевич

Москва, 2018 г.

# Содержание

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 1   | Цель и постановка задачи . . . . .               | 2 |
| 2   | Общая идея решения . . . . .                     | 2 |
| 3   | Оборудование . . . . .                           | 2 |
| 4   | Плата . . . . .                                  | 3 |
| 5   | Схема установки . . . . .                        | 4 |
|     | Назначение «ножек» на микроконтроллере . . . . . | 4 |
| 6   | Описание работы программы . . . . .              | 4 |
| 6.1 | Движение пучка . . . . .                         | 5 |
| 6.2 | Поимка фотодатчика . . . . .                     | 5 |
| 7   | Итоги работы . . . . .                           | 6 |

## Цель и постановка задачи

Разработка алгоритма слежения за мишенью на основе данных фотодатчика, встроенного в мишень. Система должна автоматически удерживать пятно лазера на фотодатчика при относительно медленных и небольших перемещениях цели (мишени).

## Общая идея решения

Система линз направляет пучок света от лазера так, что пятно описывает замкнутую фигуру около фотодатчика, окружая его. Как только фотодатчик пересекает границу этой фигуры, она смещается так, чтобы фотодатчик оказался опять внутри неё.

## Оборудование

- Плата STM32F429 Discovery
- Две линзы из дисковода
- Лазер
- Источник постоянного напряжения 1,5 V
- Фотодатчик
- Плата для управления шаговым двигателем (\*)
- Зарядка от старого телефона

(\*) О ней см. ниже

# Плата

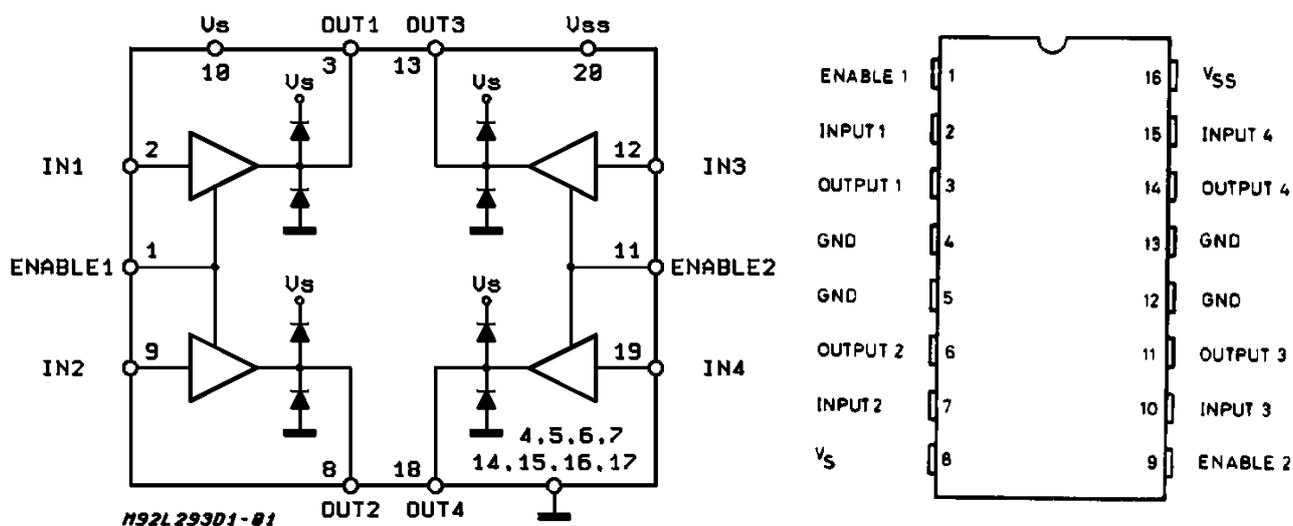
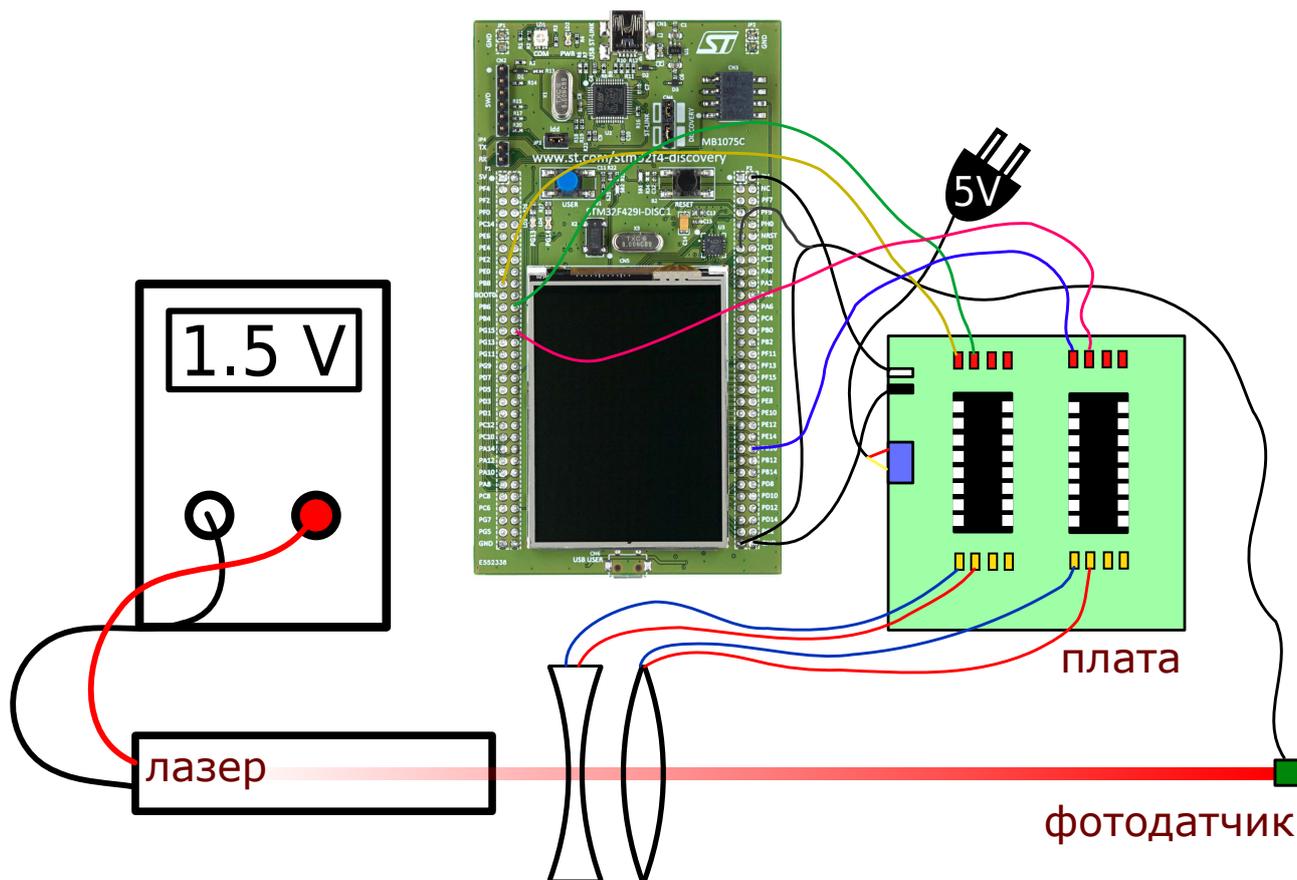


Рис. 1. Схема платы для управления шаговым двигателем

- INPUT 1 и 2 соединяются с ШИМ-ом, соответственные OUTPUT-ы идут к контактам линзы.
- $V_S$  — напряжение 5V, которое подается с помощью адаптера от старого телефона, включённого в розетку.
- $V_{SS}$  — напряжение 3V (с микроконтроллера).

## Схема установки



### Назначение «ножек» на микроконтроллере

- TIM4, двумя своими каналами подключён к ножкам PB7 и PB8. Управляет ШИМ-ом линзы, смещающей пучок по вертикали
- TIM2, двумя своими каналами подключён к ножкам PB2 и PB10. Управляет ШИМ-ом линзы, смещающей пучок по горизонтали
- PC1 и GND - два вывода с фотодатчика. На PC1 подключён АЦП, измеряющий напряжение на фотодатчике

### Описание работы программы

Положение каждой линзы контролируется скважностью ШИМ-а, подключённого к ней. Один контакт подключён к ШИМ-у, второй — к «земле». Сдвиг линзы задаётся переменной  $a$  ( $a_h$  для линзы, сдвигающей пучок по горизонтали и  $a_v$  для «вертикальной» линзы), модуль которой может принимать значения от 0 (линза в исходном положении) до 1 (линзы максимально сдвинута). Вследствие устройства линзы,  $a$  можно задавать только такое, чтобы  $|a| \lesssim 0,6$ .

Линза должна быть способна двигаться в другую сторону. Поэтому при  $a < 0$  ШИМ переключается на другой вход «INPUT» платы, соответствующий второму контакту линзы, а первый «INPUT» соединяется с «землёй» GND.

## Движение пучка

Такты движения контролируются таймером TIM3. Координаты пятна задаётся следующими уравнениями:

$$\begin{cases} a_h = a_{h_0} + \rho_h \cos(\varphi) \\ a_v = a_{v_0} + \rho_v \sin(\varphi) \\ \varphi = \varphi + 0,02 \text{ рад с каждым шагом} \end{cases},$$

где  $a_h$  и  $a_v$  — нормированные скважности ШИМ-а, а по факту — координаты пучка по горизонтальной и вертикальной оси.  $a_{h_0}$  и  $a_{v_0}$  — координаты центра окружности, по которой двигается пятно.  $\rho_h$  и  $\rho_v$  — «радиусы» для движения по фигуре, чтобы она напоминала окружность.  $\varphi$  — полярный угол.

## Поимка фотодатчика

На АЦП поступает непрерывный сигнал — напряжение на фотодатчике. Если отклонение от нормального напряжения (связанного с естественной освещённостью помещения) больше 8%, микроконтроллер замечает это. Для достоверности данных он ждёт ещё 4 сигнала, и тогда перемещает линзы так, чтобы центр новой «окружности» оказался на половине отрезка, соединяющего центр старой «окружности» и положение датчика (положение пятна лазера при наличии сигнала). Чтобы точнее измерить центр новой окружности, посчитаем среднее арифметическое (за эти 5 раз) координаты пятна, где был пойман сигнал.

```
if ((V-V0)/V0>0.08)
{
if (count>=5)
{
a_h_0=(a_h_0+delta_h/5)/2;
a_v_0=(a_v_0+delta_v/5)/2;
count=0;
delta_h=0; delta_v=0;
}
else
{
delta_h=delta_h+a_h;
delta_v=delta_v+a_v;
count++;
}
```

}  
}

$\text{delta\_h}$  и  $\text{delta\_v}$  — суммирующиеся координаты пятна, где сигнал был пойман. Половина отрезка берётся для плавности.

## Итоги работы

Была создана установка и написана программа, позволяющая пучку лазера следить за небольшими перемещениями фотодатчика. В начале работы программы фотодатчик должен находиться в центре «окружности», а движения фотодатчика должны быть медленными и небольшими.